

# 10kv 电力电缆终端头制作工艺技术

张飞

国网成都供电公司, 四川 成都 610041

**摘要:** 近年来, 随着我国电力需求的增长和输配电网络的完善, 10kV 电缆终端头作为电力系统中的关键部件, 其性能对电网安全运行至关重要。然而, 终端头的密封性、绝缘性及安装工艺仍面临诸多技术难点。为了提升 10kV 电缆终端头的安全性和可靠性, 本文系统分析了热缩型与冷缩型终端头的制作流程及技术特点, 提出了优化的工艺方法和改进策略, 这对提高电网运行效率和保障电力供应具有重要现实意义。

**关键词:** 10kv; 电力电缆终端头; 制作工艺技术

## Manufacturing technology of 10kv Power Cable Terminal Head

Zhang Fei

State Grid Chengdu Power Supply Company, Chengdu, Sichuan, 610041, China

**Abstract:** In recent years, with the growth of China's power demand and the improvement of transmission and distribution network, 10kV cable terminal, as a key component in power system, its performance is very important for the safe operation of power grid. However, the sealing, insulation and installation process of terminal head still face many technical difficulties. In order to improve the safety and reliability of 10kV cable terminal, this paper systematically analyzes the manufacturing process and technical characteristics of heat-shrinkable and cold-shrinkable terminal, and puts forward the optimized process method and improvement strategy, which has important practical significance for improving the operation efficiency of power grid and ensuring power supply.

**Keywords:** 10kv; Power cable terminal head; Manufacturing technology

DOI: 10.62639/sspis24.20250202

近年来, 随着电力需求的持续增长和输配电网络的快速发展, 10kV 电力电缆终端头作为电网系统中的关键组件, 日益受到业界关注。作为连接电缆与设备的重要节点, 其可靠性与安全性直接影响电力系统的稳定运行。特别是在复杂多变的电网环境中, 如何提升终端头的绝缘性能、密封性能以及安装效率, 已成为行业技术攻关的重点方向<sup>[1]</sup>。本文以 10kV 电力电缆终端头的制作工艺为核心, 系统梳理并对比热缩型与冷缩型终端头的工艺特点, 旨在为技术优化和电网建设提供理论支持与实践参考。

### 一、10kv 电力电缆终端头的分类

#### (一) 户内终端头

户内终端头主要用于室内环境, 通常需要考虑的因素相对较少。设计 10kV 电力电缆终端头时, 需要适应室内空间限制, 一般更加注重紧凑性和美观性。户内环境相对较为稳定, 温度、湿度等条件相对容易控制, 因此户内终端头的防护要求相对较低。10kV 电力电缆终端头常见于室内变电站、配电室等场所, 在一些工厂的配电室中, 10kV 电力电缆通过户内终端头与配电柜等设备连接, 为工厂的生产设备提供电力。

#### (二) 户外终端头

户外终端头需要具备更高的防护性能, 能够实现良好的防水、防潮、防尘、耐腐蚀效果。户

外终端头的外壳通常采用更加坚固耐用的材料制作, 以抵抗风吹、日晒、雨淋等自然因素的影响。户外终端头广泛应用于户外架空线路与地下电缆的连接部位, 以及户外变电站等场所<sup>[2]</sup>。在一些山区的电力传输线路中, 10kV 电力电缆的户外终端头需要能够承受较大的温差变化和风雨侵蚀。

#### (三) 冷缩型终端头

近年来, 冷缩电缆终端头制作方便, 绝缘性及安全性较高, 逐步替代热缩终端头。冷缩型终端头是利用弹性材料的收缩特性, 在安装时只需将其套在电缆上, 然后抽出支撑管, 即可实现紧密贴合。这种类型的终端头具有安装简便、快捷的优点, 同时能够适应不同尺寸的电缆, 具有较好的通用性。这一类终端头在城市电网改造、新建工业园区等项目中得到广泛应用, 特别是在一些对施工时间要求较高的项目中, 冷缩型终端头可以大大缩短安装时间, 提高施工效率。

#### (四) 热缩型终端头

热缩型终端头主要时依靠加热使其收缩, 从而紧密包裹在电缆上。热缩材料具有良好的绝缘性能和机械强度, 能够有效地保护电缆终端。然而, 热缩型终端头的安装相对较为复杂, 需要专业的加热设备和技术人员进行操作。目前, 在一些传统的电力工程中仍会应用热缩型终端头, 比如一些老旧变电站的改造项目中, 由于部分设备和线路已经使用了热缩型终端头, 为了保持系统的一致性和兼容性, 可能会继续采用热缩型终端头进行更换和维修。

(稿件编号: IS-25-2-1027)

**作者简介:** 张飞 (1987-), 男, 汉族, 籍贯: 四川仁寿, 硕士, 工程师, 研究方向: 电力工程, 10kV 电力电缆终端头制作工艺技术要求。

## 二、制作电缆终端头的基本要求

### (一) 密封性能

高压电缆户外终端密封性能至关重要, 密封不良可能引发漏油或终端击穿, 威胁电力传输的安全。良好的密封效果可有效阻挡水分和灰尘进入终端内部, 保障电缆正常运行。实现密封时, 上下法兰通过O形密封圈紧密贴合, 并在密封圈外涂抹硅密封胶以防老化<sup>[3]</sup>。同时, 密封部位使用通过相容性试验的绝缘带, 确保与绝缘油的匹配性。复合套管的内压力试验和品红溶液浸透试验进一步验证其密封工艺的可靠性, 为电缆的稳定运行提供坚实保障。

### (二) 绝缘强度

通常情况下, 致使电缆绝缘强度降低的“罪魁祸首”往往出在电缆终端头上, 终端头制作工艺的优劣以及制作环境的湿度高低都与之紧密相连。在实际运行场景中, 电缆终端头受潮是导致绝缘强度下滑的关键因素之一。故而, 在制作电缆终端头时, 必须严格把控制作环境的湿度, 坚决杜绝水分混入终端头内部。与此同时, 挑选质量过硬的绝缘材料, 并且严格依照规范落实制作工艺, 多管齐下, 全方位提升电缆终端头的绝缘强度。

### (三) 电气距离

所谓电气距离, 指的是电缆终端头各个组成部分之间, 以及其与周围物体之间应当维持的安全间距。这一距离意义非凡, 足够的电气距离能够有效预防在运行过程中发生电气击穿事故。电气距离的确定并非随意为之, 设计时需要综合考虑电缆的电压等级、绝缘材料自身性能以及周边环境状况等诸多因素。所以, 在制作电缆终端头时, 务必严格参照相关标准与规范精确定电气距离, 并且采取切实有效的举措确保这一距离符合要求<sup>[4]</sup>。

### (四) 接触电阻

电缆终端连接器与接线铜排之间若接触电阻过大, 将会产生大量热量, 这不仅会干扰电缆的正常运行, 更甚者可能诱发火灾等危及生命财产安全的事故。为保障电线电缆能够稳定运行, 应依据科学的检测技术与有效的检测手段, 扎实做好电线电缆相关检测工作, 降低故障发生概率。具体到制作电缆终端头环节, 要全力确保电缆终端连接器与接线铜排接触良好, 减小接触电阻, 将隐患扼杀在萌芽状态。

### (五) 施工环境要求

10kV 电缆冷缩终端头制作在电网施工中占据关键地位, 其作业全程极易受到外部条件干扰, 这对作业人员的技术水准提出较高要求。一方面, 要保障电缆头制作过程中作业人员的人身安全; 另一方面, 必须避开天气、湿度、灰尘、杂质以及人工操作失误等不利因素的影响。制作电缆终端头时, 环境温度宜控制在5℃以上, 相对湿度应在70%以下, 以此营造适宜的温湿度条件。此外, 施工环境务必保持整洁干净, 防止灰尘、杂质玷污电缆终端头, 制作过程中可设置防尘罩等防护用具, 为电缆终端头制作提供优良环境。

## 三、10kV 电缆终端头制作的准备工作

### (一) 材料和工具的准备

#### 1. 材料准备

在制作10kV电缆终端头之前, 根据实际需求选择适用的种类和规格, 常用的材料如下表1所示:

表1 材料准备

材料类型	主要材料	功能描述	性能要求
电缆终端头材料	热缩终端头	加热后收缩, 形成紧密保护层	成本较低, 适合普通环境
	冷缩终端头	硅橡胶材料制成, 安装便捷, 绝缘性强	弹性好, 适用复杂环境
绝缘材料	绝缘胶带	提升绝缘性能, 防止电气击穿	绝缘强度高, 耐老化性能好
	绝缘套管	增强绝缘防护, 保护电缆连接点	耐久性好
密封材料	密封胶	防止水分、灰尘侵入, 保持密封性	耐腐蚀, 密封性强
	防水胶带	阻止湿气侵蚀, 增强防护	耐久性强

#### 2. 工具准备

除此之外, 还需要准备下表2所示的相关工具:

表2 工具准备

工具类型	工具名称	功能描述	注意事项
压接工具	压接钳	压接电缆导体连接, 确保连接可靠	根据电缆规格选择合适型号
切割工具	电缆切割刀、锯	切割电缆, 确保切口平整	工具需锋利, 避免损伤绝缘层
剥线工具	剥线钳	剥除绝缘层和外护套, 保护导体完整	选择匹配电缆尺寸的工具
加热工具	热风枪	加热热缩材料, 使其紧密包覆	温度控制需适宜, 避免过热

### (三) 施工现场的要求

施工现场的温度应控制在5℃至35℃之间, 相对湿度不超过70%, 以避免低温或高湿度对材料性能和施工质量的影响。场地需保持清洁, 以免影响电缆终端头的绝缘性能。为确保安全, 施工区域应通风良好, 防止化学材料释放的有害气体积聚。同时, 应预留足够空间, 便于施工操作, 并与带电设备保持安全距离, 避免触电风险。

## 四、10kV 油浸纸绝缘电缆终端头的制作工艺

### (一) 户外终端头制作

在制作户外终端头时, 应选择晴朗、无风的天气, 确保环境温度高于5℃, 湿度控制在70%以下, 以防湿气影响绝缘性能<sup>[5]</sup>。开始施工前, 需精确测量电缆从固定支架到设备连接的长度, 根据设计要求确定电气距离和材料方案, 以确保终端头具有良好的防水、防尘和耐候性能。施工中, 应严格按照技术规范逐步完成每个环节, 从剥除外护套到终端头固定, 避免损坏材料或出现工艺瑕疵。施工人员必须佩戴防护装备, 如绝缘手套, 并对终端头进行多次检查, 确保安装稳固、安全运行。

### (二) 剥除外护套

剥除电缆外护套时, 应根据设计标记剥切范围, 确保操作精准。使用电工刀沿护套纵向划开, 控制刀片深度, 避免伤及内部钢带或绝缘层, 然后逐步剥离护套。剥离时需均匀用力, 确保断口整齐无毛

刺。完成后,用棉布清洁暴露区域,去除油污和杂质,并检查钢带完整性,发现损伤需及时修复。操作过程中,工具应锋利,动作稳健,以免损坏电缆内部结构。最后,检查施工现场清洁度,确保裸露部分无灰尘或水分污染。

### (三) 处理钢铠

处理钢铠时,首先根据设计要求标记钢铠的剥离范围,以确保切割位置准确。在距离护套断口约100mm处,用卡子或 $\phi 2\text{mm}$ 裸铜线将地线与钢带固定,保证地线稳固。随后,用砂纸对焊接区域打磨,使表面光滑无氧化物,便于后续焊接操作。在标记点使用钢锯轻轻锯出环形深痕,控制深度不超过钢带厚度的一半,以免损伤铅包。接着,使用螺丝刀撬开钢带断口,再用克丝钳小心撕除钢带,确保操作平稳,避免损坏电缆内部结构。剥离完成后,清理金属碎屑和灰尘,并检查铅包是否完整无损。

### (四) 剥除内护层

剥除内护层前,需按照电缆终端头设计标记剥离范围,确保剥离尺寸精确。操作时,用电工刀在内护层表面划出环形深痕,深度控制在护层厚度的一半,以防切穿损坏绝缘层。从末端沿划痕用刀轻轻划开护层,使用剥线工具将其小心撕下,确保剥离边缘平整无毛刺。剥离后,用酒精棉布彻底清洁暴露部分,去除杂质和油污,保持断面光滑整洁。最后,检查绝缘层是否完好,发现破损需立即修复或更换。

### (五) 焊接屏蔽层接地线

在屏蔽层焊接接地线时,应首先清理铅包和钢带的表面,使用砂纸或金属刷打磨焊接区域,直至表面光滑且无氧化物。随后,选择与电缆规格相匹配的铜编织线作为接地线,将其固定在铅包和钢带上,通常使用 $\phi 2\text{mm}$ 的铜线绑扎3至5匝,确保接地线稳固。接着,用焊接喷灯对绑扎区域进行加热,待温度达到适宜时,使用锡焊将铜线牢固焊接到铅包和钢带上,焊点应均匀且光滑,不得出现叠焊或虚焊的情况。焊接完成后,检查接地线的连接是否牢固,并对焊点进行清洁和防腐处理。

### (六) 安装绝缘材料

在安装绝缘材料前,应使用酒精擦拭电缆每根芯线的绝缘表面,清除油污和杂质,确保材料能够紧密贴合。根据电缆的规格选择合适的绝缘套管,逐根套入芯线并调整到设计位置。在裸露的部分,用绝缘带按照半重叠方式缠绕,逐层包扎,确保均匀紧密且无气泡。包扎完成后,检查绝缘材料的覆盖情况,确认其无松动或破损,并完全符合设计要求。最后,对终端头进行初步测试,验证绝缘性能是否达标,防止后续运行中发生故障。

### (七) 固定终端头

固定终端头时,根据设计要求选择合理位置,将尼龙抱箍靠近终端头底部安装在电缆支架上,提供稳定的支撑。对于长度超过1500mm的垂直电缆,应增加额外固定支架以分散重量,减小拉力。安装抱箍时,确保螺栓适度紧固,避免对终端头外壳或内部结构造成损伤。固定完成后,检查终端头的稳固性和安装角度,确认接地线和连接部分未受影响,并用绝缘材料密封固定点,防止灰尘或湿气侵入。

### (八) 户内终端头制作

制作户内终端头时,应首先清洁施工区域,确保环境无尘。根据设计要求剥除电缆外护套和内护层,控制剥离长度以避免对内部结构的损伤。安装绝缘材料后,焊接接地线,并使用适配的绝缘胶带和密封材料进行包扎,确保紧密性和绝缘性。完成终端头主体制作后,将其固定在电缆架上,对连接处和裸露部分进行全面检查,确保无漏装或未固定的部件,保证终端头的性能可靠。

## 五、10kV 交联聚乙烯绝缘电缆终端头的制作工艺

### (一) 热缩型终端头制作流程

制作热缩型终端头时,应确保施工环境干燥、清洁,核对所需热缩管、应力控制管、绝缘管、密封管及热风枪等材料工具齐备。剥除电缆外护套和内护层时,使用专用工具沿电缆纵向划开,控制剥离深度,避免损伤内部结构。去除半导电层时,用细砂纸打磨过渡区域,使其光滑无毛刺。随后,将热缩应力控制管套在绝缘层上,覆盖半导电层末端,用热风枪均匀加热使其收缩贴合。接着,安装绝缘管并加热至完全包覆绝缘层。最后,在接线端和分支处安装热缩密封管,加热后形成防水密封,完成端子压接,再套上相色热缩管标识相位并美化终端。

### (二) 冷缩型终端头制作流程

制作冷缩型终端头时,确保施工环境和冷缩附件清洁干燥。按设计要求剥除电缆外护套和内护层,用工具精准划开,清洁暴露的金属屏蔽层。去除半导电层时,用专业刮刀仔细刮除,保证过渡平滑。将冷缩应力锥对准绝缘层与半导电层分界面,拉出支撑芯使其收缩贴合。随后,将冷缩绝缘管套至设计位置,逐步拉出内芯,使其完全收缩覆盖。最后,在端子和分支处安装冷缩密封件,拉出支撑芯完成密封,检查各部件牢固性,并进行绝缘电阻测试确保性能达标。

## 六、结语

综上所述,10kV电力电缆终端头的制作工艺在电网的稳定运行中发挥的作用不可小觑,未来我们还需要探讨如何更灵活地适应多变的施工条件,进一步提升终端头的安全性和可靠性。期待理论与实践相辅相成,推动更高效、更稳健的技术方案,为电力行业注入更多动力。

### 参考文献:

- [1] 贺子琦, 廖敏. 110 kV 电力电缆干式柔性终端过温分析 [J]. 黑龙江电力, 2024, 46 (03): 237-241.
- [2] 陈修延. 浅谈铁路 10kV 电力的电缆工程质量控制 [J]. 中国外资, 2012, (14): 128.
- [3] 范在乾, 咸日常, 冷学冰, 邢雅雯, 魏凯. 35 kV XLPE 电力电缆终端结构参数优化 [J]. 绝缘材料, 2023, 56 (11): 73-79.
- [4] 陈彬, 丁言凡, 黄喜峰, 张净净, 张建飞. 户外电缆终端制作平台在 10kV 电力施工中的应用 [J]. 电工技术, 2021, (20): 166-167+170.
- [5] 盛建涛, 张淑萍. 10kV 电力电缆终端接头局部放电的监测预警研究 [J]. 今日制造与升级, 2024, (05): 17-19.